0599-980937

الجامعة الإسلامية – غزة

كلية الهندسة

الهندسة المدنية

جيولوجيا هندسية

الجيولوجيا الهندسية

Batholith

laccolith

إعداد وتجميع:

أحمد فوزي الحلاق

2008

الباب الأول

مقدمة

الجيولوجيا: علم يدرس كل ما يتعلق بسطح الأرض ، شكلها ومكوناتها وتاريخها (سلمها الجيولوجي) ، والتغيرات التي تحدث لها في الماضي والحاضر والمستقبل، سواء كانت فيزيائية أو كيميائية.

- ملاحظة: الجيولوجيا لا تعني دراسة الصخور فقط.

فوائد علم الجيولوجيا:

1- التعرف على أماكن تخزين المياه تحت طبقات الأرض.
2- التعرف على أماكن تواجد المعادن.
3- التعرف على أماكن وجود النفط.
4- لعمل دراسات سابقة لإنشاء المباني.
5- لتفادي انزلاقات التربة وغيرها.
6- لحماية المنشاءات من الزلازل.
7- التعرف على مصادر مواد البناء.

فروع علم الجيولوجيا:

1- الجيولوجيا الكيميائية (فحص مكونات المواد وتركيبها والقوة التي تربطها مع بعضها البعض وخاصة الصخور).
2- الجيولوجيا الفيزيائية (فحص المواد المكونة لسطح الأرض بهدف فهم معظم العمليات التي تحدث تحت أو فوق سطح الأرض).
3- الجيولوجيا التاريخية (تهدف إلى فهم أصل ونشأة الأرض ، والتطورات التي طرأت عليها).
4- جيولوجيا المعادن.
5- الجيولوجيا المائية.
6- الجيولوجيا العسكرية.
7- جيولوجيا البناء.

View of earth,
1- Hydrosphere
2- Atmosphere
3- biosphere
4- the Solid Surface

أغلفة الأرض (شكل الأرض):

1- غلاف هوائي. 2- غلاف مائي. 3- غلاف حيوي. 4- الغلاف الصلب.

تصنيف الأرض كيميائياً:

1- القشرة. - القارات. - المحيطات. crust
2- الوشاح. mantle
3- النواة. core — خارجية out ، داخلية inner (تحمل ضغط وحرارة عالية).

تصنيف الأرض فيزيائياً:

1-Lithosphere 2- Asthenosphere 3- Mesosphere 4- Inner and Outer Core

مظاهر سطح الأرض:

- قارات: - سلاسل جبلية(mountain belts).
- (stable interior) - جبال ودروع مستقرة (shelds):وهي أصل القارات من صخور نارية .
- و مسطحات رسوبية (platforms): ترسب صخور جيرية.
- محيطات: حيود(ridge): صدوع ومرتفعات (صخور بازلت) في المحيطات والبحار ، يخرج منها حمم بركانية ، ويوجد عليها شد. (جرانيت)

معلومات عن سطح الأرض:

- طول الأرض 6378.2 كم. — عرض الأرض 6356.8 كم. -- الفرق بين الطول والعرض 22 كم تقريباً.
- تشكل اليابسة 29.22%. والماء 70.78%.
- أعلى ارتفاع(قمة ايفرست) 8840 متر. .. وأخفض منطقة(خندق ماريان) 11035 متر.
- متوسط الارتفاع 840 متر. - متوسط الانخفاض 3808 متر.

	متوسط السمك (كم)	الوزن النوعي (جم/سم^3)	الكتلة ($\times 10^{24}$ جم)
الأرض	6371	5.5	5976
النواة	3473	10.7	1881
الوشاح	2881	4.5	4068
القشرة (المحيطات)	8	2.9	7.71
القشرة (القارات)	35	2.8	17.39
الغلاف الهوائي	-	-	0.005

- كثافة المحيطات أكبر من كثافة اليابس.
- المسافة بين الأرض والشمس ....

النظريات والفرضيات:

النظرية: وجهة نظر مدعمة ، تعرض حقائق علمية وشرح يؤكد هذه الحقائق.

الفرضية: شرح غير مدعم بالفحوصات.

نشأت المجموعة الشمسية:

1- فرضية الدخان الكوني (Nebular hypothesis):

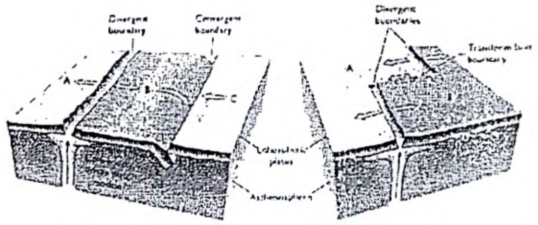
- دوران سحابة كونية تشكل الدخان الشمسي.
- الدخان بدأ يتكون منذ 5 بليون سنة.
- 99.9 من كتلة السحابة شكلت الشمس(هيدروجين + هيليوم).
- الكواكب تنقسم إلى مجموعتين: أ- كواكب داخلية(عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ)، تتكون من (صخور ومعادن).
ب- كواكب خارجية (المشتري ، زحل ، أورانوس ، نبتون)، تتكون (ثلوج وغازات).

2- نظرية "الألواح التكتونية"(plate tectonics):

(الأرض مغلفة بعدد ثابت من الألواح القارية والمحيطية ذات السمك الدقيق نسبيا(لايثوسفير 100←150كم)،عددها 7 ألواح رئيسة وعدد من الألواح الصغيرة) وتوجد ثلاث أنواع من الحدود بين هذه الألواح:

نوع الحد	1- حدود بناءة	2- حدود هدامة	3- حدود محافظة
تعريفه	تتباعد الألواح عن بعضها ، فتخرج المادة الصخرية من الوشاح وتزداد مادة الألواح على طول الحدود(تكون قشرة أرضية) (قبرص ، جبال عمان) ، ويتسع قاع المحيط، وتتميز هذه الحدود بالنشاط البركاني، تكون غالبا بين لوحين محيطيين ، فيتكون سلسلة جبال في قاع المحيط(حيود وسط محيطية) وقد تظهر على السطح (جزر آيسلند)، وقد تقع بين لوحين قاريين **(اللوح الإفريقي والعربي)**.	تقترب الحدود من بعضها ، وينزلق لوح تحت لوح ، ويصل اللوح المنزلق للأعماق فيذوب. **(غور شيلي غرب المحيط الهادي)** ، وقد توجد بين لوحين محيطيين **(غور توجا)**، أو لوح قاري ومحيطي **(غور بيرو)** ، أو بين لوحين قاريين **(الهند و آسيا ←جبال الهملايا)**. - اللوح المحيطي يذوب تحت القاري.	تنزلق الألواح بموازاة بعضها البعض في اتجاهين متعاكسين ، فتتكون الصدوع **(صدع سان أندرسي)** وهو مركز للزلازل والبراكين.

← توجد دورة للمادة الصخرية تبدأ بانبثاقها من المنبع وتكوين القشرة الأرضية(حدود البناءة) ، ثم عودتها للبالوعة (حدود هدامة).



3- فرضية انجراف القارات(continental drift): 1915م

للعالم(ألفريد وجنر)(كانت القارات على شكل لوح واحد(بانجيا) ، منذ 200 مليون سنة ، ثم بدأت تنفصل القارات وتبتعد عن بعضها ،وبدأت المحيطات بالظهور قبل 90 مليون سنة ، بدأت جبال الهملايا بالتكون نتيجة تصادم قارة مع قارة منذ 50 مليون سنة).

← الظواهر التي تدعم هذه الفرضية:

1- قابلية إلصاق القارات ببعضها (تشابه حدود القارات).
2- الحفريات في منطقتين متباعدتين.
3- تركيب الصخور والجبال.
4- الظروف الجوية.

4- فرضية تمدد قاع البحر(Seafloor spreading): 1960م

للعالم(هاري هس) ، ظهرت مع ظهور أجهزة تصوير قاع المحيط عام 1950م.

5- نظرية الانتظام(الوتيرة الواحدة) (Uniformiterinism):

للعالم(هاتون)، (الحاضر مفتاح الماضي) ، أي أن القوانين(الطبيعية،الكيميائية،الحياتية) السائدة الآن هي نفسها التي سادت في الماضي.

* لا تؤخذ النظرية حرفيا؛ فبعض العمليات تكون بمعدلات مختلفة.
* قبول مبدأ الانتظام يعني قبول تاريخ طويل للأرض.
* لا نجد علامة للبداية ، ولا نملك توقف للنهاية.

6- نظرية الكوارث(Catastrophes): 17م – 18م

(تغير سطح الأرض يتم عن طريق كوارث هائلة) فالجبال والأخاديد ناتجة بسبب الكوارث الهائلة المفاجئة الغير معروفة السبب.

7- نظرية الضغوط المتساوية (Isostasy):

(عند عمق معين داخل الأرض يكون الوزن الكلي على وحدة المساحة متساوي) 112.7 كم 'depth of compensation'

← السلم الجيولوجي:

تم تطوير تقويم جيولوجي قبل اكتشاف التاريخ الإشعاعي باستعمال مبدأ التاريخ النسبي (الأحداث توضع في تتابع مناسب دون معرفة عمرها المطلق)، وذلك بالاستفادة من المستحثات والطبقات.

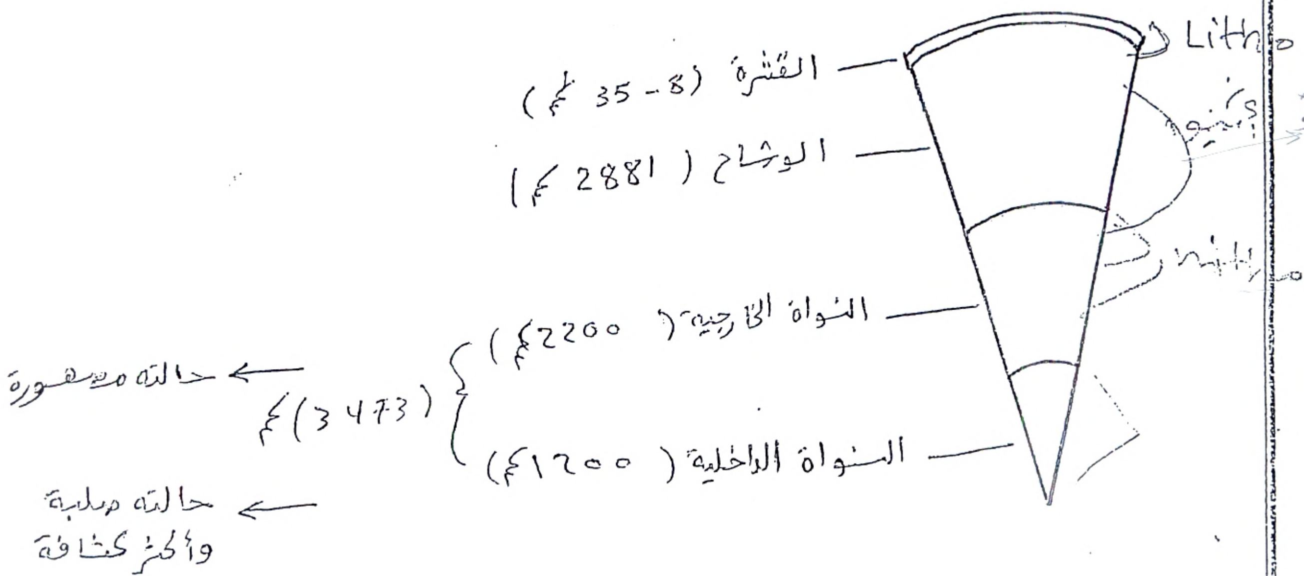
* الفرق بين الليثوسفير والأثنوسفير:

الليثوسفير: جزء من القشرة Crust (محيطي+قاري) والوشاح العلوي وهي صلبة.

الأثنوسفير: طبقة منصهرة جزئياً، تتحرك فوقها الليثوسفير بسهولة.

الألواح التكتونية تتحرك فوق الليثوسفير.

* تصنيف الأرض كيميائياً:



عمر الأرض 4.5 billion

أغلفة طبيعة الأرض هواء ماء صلب

الباب الثاني

المعادن

المعدن (Mineral): الوحدة البنائية للصخور، طبيعي المنشأ، من مواد غير عضوية ، وصلب ، له شكل بلوري ، وتركيب كيميائي ثابت.

✓ فلا يدخل ضمن المعادن: - المواد المصنعة (الاسمنت) ، ولا ما أصله عضوي (النفط) ، وما ليس صلباً(الماء)، ويدخل(الثلج)الطبيعي.

الصخر(Rock): خليط طبيعي من المعادن.

الخواص الفيزيائية للمعدن:

1- اللون (Colour): خاصية واضحة ولكنها خادعة ؛ بسبب الشوائب، (البيرايت والذهب لهم نفس اللون ، الهيماتيت: أسود).

2- المخدش (Streak): لون المعدن وهو مطحون. وهي أكثر تشخيص للمعدن من اللون ، (البيرايت: أسود، الذهب: ذهبي، الهيماتيت:أحمر).

- المعادن الأنعم من البورسلان ← تطحن على شكل بودرة.
- المعادن الأصلب من البورسلان ← تكسر وينظر للونها على خلفية بيضاء.

3- اللمعان (Luster): مظهر المعدن في عكسه للضوء. على نوعين : - معدني. - لا معدني.

أو ثلاث أنواع: - زجاجي. - حريري. - رملي.

4- الصلابة (Hardness): مقاومة المعدن للخدش، وهو دليل على قوة المعدن.

* مقياس الصلابة: موهو Mohs :عن طريق خدش المعدن بعشرة معادن كل معدن له درجة صلابة.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
تلك	جبس	كلسايت	فلوريت	ابتايت	أورثوكليز	كوارتز	توباز	ياقوت	ألماس

* المسافة بين القياسات غير متناسبة.

5- التشقق (Cleavage): القابلية لفصل الروابط الضعيفة بين الطبقات الجانبية للمعدن. يصنف حسب: - عدد الأسطح.
- الزوايا بين الأسطح.

6- المكسر (Fracture): شكل المعدن بعد الكسر في غير أماكن الانزلاق.

7- الوزن النوعي (Specific gravity): وزن المعدن على وزن نفس حجم المعدن من الماء.

* القيمة المتوسطة= 2.7

8- الكثافة (Density): معدل الوزن على الحجم. يعتمد على نوع الذرات ومدى تقاربها.

- قانون الضغط: إذا زاد الضغط تزيد الكثافة ، وإذا زادت الحرارة تقل الكثافة.

9- الشكل البلوري (Crystal form):

الشكل	مكعب cubic	رباعي tetragonal	سداسي hexagonal	معين متعامد orthorhombic	أحادي الميل monoclinic	ثلاثي الميل triclinic
المثال	بيرايت	زيركون	كوارتز	توباز	جبس	فلسبار

← العوامل التي تغير الشكل البلوري:

1- الذوبان(dissolution): محلول ينتزع الذرات/ الأيونات للتركيب البلوري.

2- الانصهار(melting): تسخين يسبب تكسير للروابط بين الذرات وتغير الشكل البلوري.

3- إعادة البلورة(recrystallization): الضغط مع الحرارة تؤدي لتغير التركيب البلوري (معدن جديد).

10- تأثير حامض HCl (Effervescence with dilute HCl).

11- المغناطيسية (Magnetism).

12- الانكسار الضوئي (Double refraction).

13- الطعم (Taste).

** عدد المعادن المكتشفة =4000 معدن.

** عدد العناصر المكتشفة=100 عنصر منها 92 توجد بصورة طبيعية.

** 8 عناصر تشكل 98% من قشرة القارات.

عناصر القشرة الأرضية:

- أوكسجين 47 % - سيلكون 28 % - ألمنيوم 8.1 % - حديد 5 % - كلسيوم 3.6 % - صوديوم 2.8 %
- بوتاسيوم 2.6 % - مغنيسيوم 2.1 %

عناصر القشرة الأرضية للقارات:

- اوكسجين 46.6 % - سيلكون 27.7 % - ألمنيوم 8.1 % - حديد 5 % - كلسيوم 3.6 % - صوديوم 2.8 %
- بوتاسيوم 2.6 % - مغنيسيوم 2.1 %

العناصر: الوحدة البنائية الرئيسة للمعادن.

الذرات: أصغر جزء من المادة. تحتوي: - الكترونات - نواة (بروتونات + نيترونات).

أنواع روابط الذرات في المعادن

الرابطة	1- الروابط الكيميائية chemical bonding	2- الروابط الأيونية ionic bonding	3- الروابط التساهمية covalent bonding	4- الرابطة المعدنية metallic bonding	5- Van der Waals bond
تعريفها	اتحاد عنصرين اتحاد كيميائي.	اتحاد ذرتان ، أحداهما فقدت إلكترون، والأخرى اكتسبت هذا الإلكترون. مثل NaCl هاليت	تشترك الذرتين في أكثر من إلكترون. وهي أقوى من الرابطة الأيونية. * كل من الرابطة الأيونية والتساهمية تماماً يحدثان في نفس المركبات. كوارتز	مثل الذهب والفضة.	روابط هيدروجينية ، غالباً ما تكون بين الطبقات ، تستطيع المياه فصلها. مثل الجرافيت.
خصائصها	1	متوسطة الصلابة والوزن النوعي. درجة الانصهار والغليان عالية. توصيل ضعيف للكهرباء والحرارة.	عديمة الذوبان. مستقرة. درجة الانصهار والغليان عالية. لا توصل الكهرباء والحرارة.	موصلة للكهرباء والحرارة. رابطة ضعيفة. اللزوجة عالية. قابلة للطرق والسحب. قليلة الصلابة. درجة الغليان منخفضة. روابط نقية.	
	القوة	2	1	3	4

مجموعات المعادن

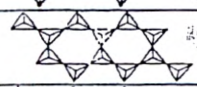
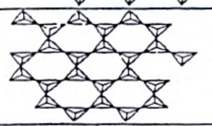
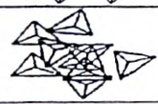
تصنف المعادن بناءً على الشق الحامضي في المعدن.

1- مجموعة السليكات(silicates):

أكبر مجموعة معادن (92 % من المعادن).

← الوحدة البنائية للمجموعة(silicon – oxygen tetrahedron)[$(SiO_4)_4$]. 4 أوكسجين(O^{--}) و 1 سليكون(Si^{+4}).

ترتبط هذه الوحدة لتشكل مجموعة من الهياكل:

المعدن	البنية البلورية	شكل البنية البلورية
الأوليفين	رباعي الأسطح منفرد	
البيروكسين	سلاسل منفردة	
الأمفيبول	سلاسل مزدوجة	
ميكا	صفائح	
الفلسبار والكوارتز	تشابك مجسم	

*أو تقسم السليكات:

1- لون فاتح(Sialic): وهي السليكات الغنية بالسيلكون والألمنيوم.

- ✓ كثافتها منخفضة.
- ✓ تتبلور عند درجة منخفضة في الصهارة.
- ✓ لونها فاتح.

2- لون غامق(Mafic): وهي سليكات غنية بالمغنيسيوم والحديد.

- ✓ كثافتها عالية.
- ✓ تتبلور عند درجة عالية في الصهارة.
- ✓ لونها غامق.

المعدن	فلسبار(بلاجيوكيز)	فلسبار(بوتاسيوم)	كورتز	بيروكسين	أمفيبول	ميكا	طين	باقي السليكات	اللاسليكات
نسبته(%)	39	12	12	11	5	5	5	3	8

2- مجموعة الأكاسيد(Oxides): - هيماتيت - كروميت - كوارندوم - الثلج - مانجنيت.

3- مجموعة الكبريتيدات (Sulphides): - جالينا - سفاليريت - بيريت - سنبار - كالكوسيت.

4- مجموعة الهاليدات (Halides): - هاليت - فلوريت.

5- الكربونات (Carbonates): - كالسيت - دولوميت - سيديريت - مانجنيزيت.

6- الكبريتات (Sulphates): - انهيدريت - باريت - سيليستيت - جبس.

7- العناصر المنفردة: - الذهب - النحاس - الألماس - الجرافيت - الفضة.

معادن الطين (Clay)

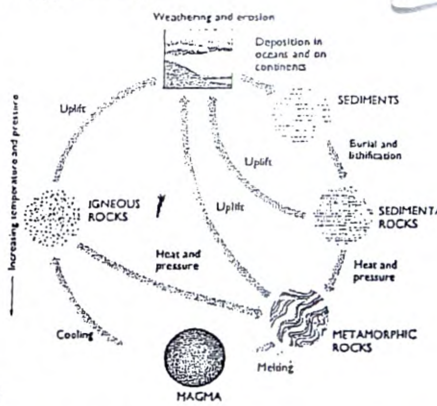
نتج بسبب عوامل التجوية لمجوعة الميكا، لها ثلاث أشكال ، جميعها تحتوي (سليكون تتراهيدرل) ورقائق dioctahedral.

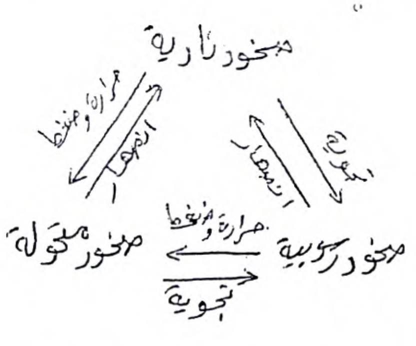
الشكل	2:1	2:1:1 (2:2:1)	1:1
المثال	Illite	Chlorite	Kaolinit
الخصائص	- قريبة من مجموعة الميكا. - التمبيؤ والتأين يكسران الرابطة. - معتدلة CEC و التفاعل. - الاختلاف في هذه المجموعة يعتمد على الأيونات الموجبة التي تبدل مواقعها. - لا تبقى متزنة تحت الحرارة العالية والرطوبة	- تتكون بواسطة تجوية 2:1. - تتفكك وتتسع روابطها أكثر من 2:1. - هذه المجموعة ليست شائعة.	- شريحة من السيلكون تتراهيدرل و dioctahedral. - مقاوم لعوامل التجوية. - يتكون بعد فترة طويلة من التجوية المكثفة من الرطوبة. - قليل التفاعل ، وقليل CEC.

الصخور Rocks

الصخر: مادة صلبة متماسكة ، متجانسة أو غير متجانسة ، وتتكون من معدن (رخام) أو عدة معادن (جرانيت) ، تكونت من أصل عضوي أو لا عضوي.

دورة الصخور Rock Cycle:





ملاحظات:

١- دورة الصخور تمثل مجموعة من التغيرات ولكن ليس بالضرورة أن تكون كيميائية.

٢- حركة الألواح التكتونية مسئولة عن تدمير بعض أنواع الصخور وتكوين أنواع جديدة.

أولاً: الصخور النارية Igneous rocks

وهي صخور تكونت نتيجة تصلب المواد المصهورة ، تحت سطح الأرض (مجما) ، أو فوق سطح الأرض (لافا) على شك مقذوفات سائلة، وتمثل الصخور النارية الأساس الذي تشكلت منه القشرة الأرضية.

* يعود التنوع الكبير للصخور النارية لسببين : ١- اختلاف التركيب الكيميائي للصهير من مكان لآخر.
٢- سرعة تبريد الصهير.

يمكن التعرف على الصخور النارية من خلال:

١- النسيج Textures

النسيج: الهيئة الناتجة عن الحجم النسبي لبلورات المعادن المكونة للصخر وشكل هذه البلورات وطريقة ترتيبها ، ويتوقف على السرعة التي برد بها الصهير.

١- **نسيج خشن(Phaneretic):** (حبيبات كبيرة ، تبريد بطيئة ، تحت السطح).

٢- **نسيج دقيق(Aphanitic):** (حبيبات صغيرة ، تبريد سريع ، فوق السطح).

٣- **نسيج مجهري:** (بلورات لا ترى إلا بالمجهر ، تبريد سريع).

٤- **نسيج بورفيري(Porphyritic):** (بلورات كبيرة مبعثرة في وسط بلورات رقيقة) يتم التبريد في الأعماق ببطئ ثم تصعد للسطح ويكمل هناك بسرعة.

٥- **نسيج زجاجي(Glassy):** (لا تكون للبلورات ، تبريد سريع جداً ، فوق السطح).

٦- **نسيج فقاعي(إسفنجي)(Vesicular):** (يحوي ثقوب بسبب خروج الغازات أثناء التجمد).

٧- **حطامي Pyroclastic:** (قطع كبيرة وأخرى صغيرة التحمت مع بعضها ، أشبه بالصخور الرسوبية)نتيجة التحام حطام الحمم المقذوفة .

٨- **خشن جداً Pegmatitic:** (محبب خشن، تشكل في المراحل الأخيرة من تجمد الصهير)

٢- التركيب الكيميائي

يعتمد على نسبة السليكا (SiO_2) في الصهير:

١- **صخور حامضية:** (٦٥ – ٨٠ %) سليكا ، والقليل من الحديد والمغنيسيوم
← فاتحة اللون ؛ لأن (الكوارتز ، الفلسبار ، الميكا) عالية.
مثل: [جرانيت ، ريولايت ، فلسيت].

٢- **صخور متوسطة:** (٥٢ – ٦٥ %) سليكا ، متوسطة الحديد والغنيسيوم.
← أغمق من الحامضية.
مثل: [ديورايت ، الأنديسيت ، السيانيت ، التراكيت].

٣- **صخور قاعدية:** (٤٥ – ٥٢ %) سليكا.
← تميل للسواد.
مثل: [الجابرو ، البازلت ، الدوليرايت].

٤- **فوق القاعدية:** (أقل من ٤٥%).
← أسود قاتم.
مثل: [الدونات ، اللمبورجايت ، بريدوتايت].

٣- مكان المنشأ

١- **صخور جوفية(Plutonic):** تتصلب ببطئ في أعماق الأرض ، نسيج خشن ، كتل ضخمة(باثوليث) ، قد تكشفها عوامل التعرية.
مثل: [جرانيت ، ديورايت ، جابرو].

٢- **صخور تحت سطحية(Intrusive):** تصعد (المجا) بسبب الضغط في الصدوع ، وتتجمد في الطريق مكونة:
أ- لاكوليث: قبو ذي قاعدة مستوية.
ب- مد: تداخل الصهير بين السطوح الفاصلة في الطبقات الرسوبية.
ج- قاطع: تجمد داخل الشقوق الرأسية.
مثل: [دوليرايت ، فلسيت].

٣- **صخور سطحية أو بركانية (Extrusive):**
نسيج دقيق أو فتاتي أو فقاعي ، تجمد (اللافا) فوق السطح مع البراكين ، على شكل:
١- مخاريط. ٢- أعمدة صخرية عالية: لافا لزجة غنية بالسليكا.
٣- طفوح بركانية: فقيرة السليكا تنساب حول فوهة البركان.
مثل: [بازلت ، أنديسيت ، ريوليت].

٤- التركيب المعدني

المعادن الداخلة في تركيب الصخر الناري قليلة ، تنحصر في:

١- **معادن أساسية:** وهي التي توجد بكمية كبيرة في الصخر ، ويتوقف اسم وخواص الصخر عليها.
[كوارتز ، فلسبار ، ميكا ، أوجيت ، أولفين]

٢- **معادن إضافية:** وهي توجد بقلة في الصخر ، ولا تؤثر على خواصه.
[ماجنيت ، مينيت ، بيرايت ، زيركون ، أباتيت ، كوراندوم ، جارنت

٥- الوزن النوعي

(2.3 – 3.3) وغالبيتها (2.6 – 2.7).

6- لون الصخر

١- فاتحة اللون (الصخور الحامضية).
٢- متوسطة اللون (الصخور المتوسطة).
٣- قاتمة اللون (القاعدية وفوق القاعدية).

جدول يجمع جميع الخصائص والأمثلة:

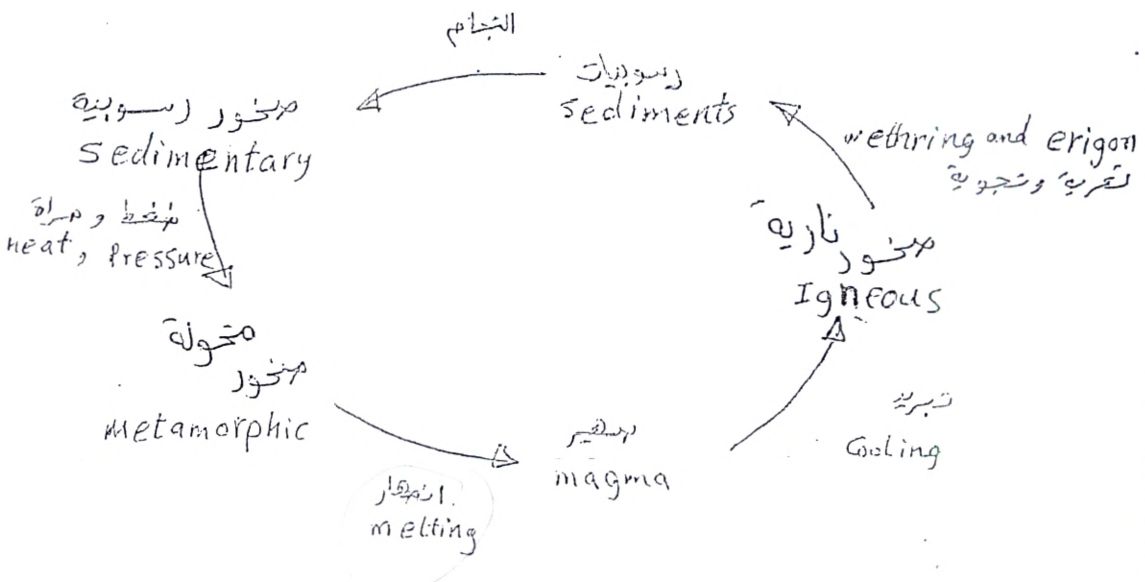
	حامضية (٦٥ – ٨٠ %) سليكا فاتحة اللون Falsic خفيفة الوزن	متوسطة (٥٢ – ٦٥ %) سليكا متوسطة اللون Intermediate متوسطة الوزن	قاعدية (٤٥ – ٥٢ %) سليكا داكنة اللون Mafic ثقيلة الوزن
نسيج خشن Phaneretic صخور جوفية **Plutonic**	**Granite**	**Diorite**	**Gabbro**
نسيج ناعم Aphanitic صخور سطحية **Extrusive**	**Rhyolite**	**Andesite**	**Basalt**

Pumic: بركاني ، زجاجي ، حامضي ، فاتح. **Obsidian:** داكن ، زجاجي.

ملاحظات:

- Mafic magma typically has a higher temperature than felsic magma.
- Higher-temperature magmas commonly have:
  - lower viscosity لزوجة أقل
  - lower volatile content أقل تطاير
  - less explosive tendency أقل انفجار
- **Pyroclastic rock:** explosively erupted as hot but nevertheless solid particles
- **Tuff:** explosively erupted, fine-grained volcanic rock whose grains are commonly welded together
- **Vesicles:** cavities in a volcanic rock, once occupied by gas bubbles

دورة الصخور



ساعد في اعداد وتصنيف الصخور: الأخ (أبو ماهر)

محمد ماهر أبو الهطل

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

الرسوبيات Sediment: أجسام تكونت تراكم حبيبات صلبة تكونت نتيجة تجوية وتعرية صخور كانت موجودة سابقاً أو ترسيب كيميائي وتراكم بقايا وهياكل الكائنات الحية. وهي على ثلاث أنواع:

- ✓ رواسب طبيعية: نتيجة تراكم الصخور الفتاتية.
- ✓ رواسب كيميائية: نتيجة تبخر الماء من بعض المحاليل.
- ✓ رواسب عضوية: نتيجة تراكم المواد التي خلفتها الكائنات الحية.

الصخور الرسوبية: صخور نشأت من تكسر وتفتت الصخور (النارية أو المتحولة أو الرسوبية)، بفعل عوامل التجوية والتعرية (ميكانيكية أو كيميائية)، ثم تقوم عوامل النقل (رياح أو مياه جارية ..) بنقلها ثم ترسيبها في وسط مائي أو هوائي في أماكن جديدة، ثم يتماسك هذا الفتات مكوناً الصخور الرسوبية.

ملاحظات:

- تشكل ٥% من حجم الأرض. وتكون متوسط سمك ١٠ كم على السطح. - تعطي دلالة على كيفية نقل الفتات.
- تعطي دلالة على المناخ من خلال الأحافير التي تحوي contains fossils.

أهمية الصخور الرسوبية اقتصادياً: ١- احتوائها على الفحم. ٢- احتوائها على النفط والغاز الطبيعي. ٣- مصدر للحديد و الألمنيوم و المنغنيز.

العوامل تحول الرسوبيات إلى صخور:

١- الترسيب deposition.
٢- الدفن burial.
٣- التراص compaction.
٤- الالتحام cementation.

كيفية تماسك الفتات:

أ- **عن طريق مواد لاحمة:** للحبيبات الخشنة(كالحصى والرمال).
- معدن الكالسيت. - الدولوميت. - الكوارتز. - أكاسيد الحديد.

ب- **عن طريق الضغط والتجفيف:** للحبيبات الناعمة(كالرواسب الطينية والجيرية).
تضغط الرواسب بفعل الرواسب التي تعلوها أو عن طريق الحركات الأرضية.

أماكن تكون الصخور الرسوبية:

١- البحار. ٢- البحيرات. ٣- السهول الفيضية. ٤- الصحاري وسفوح الجبال. ٥- حول الينابيع.

التركيب المعدني للصخور الرسوبية:

١- معادن الطين ٨٠%. ٢- كوارتز ١٥%. ٣- الكالسيت. ٤- أكاسيد الحديد. ٥- الجبس و الهاليت.

مميزات الصخور الرسوبية: ١- التطبق(على شكل طبقات). ٢- احتوائها على الأحافير. "Fossil" layers

تصنيف الصخر الرسوبية: (حسب المصدر الأصلي).

١- **رواسب الوجنية Allogenic or Detrital:** رواسب تكونت بعيداً عن أماكن الترسيب ثم نقلت على شكل فتات وترسبت بفعل عوامل ميكانيكية.

٢- **رواسب أوثوجينية *Authigenic*:** رواسب تكونت في مكان الترسيب بسبب عوامل كيميائية أو عضوية.

تصنيف الصخر الرسوبية: (حسب المنشأ وطريقة التكوين).

١- صخور ميكانيكية (فتاتية) (Detrial) Clastic: حطامية

صخور تكونت نتيجة ترسب الفتات الناتج من التجوية، والمنقول بالمياه أو الرياح أو الثلاجات، إلى بيئات أخرى، دون تغير التركيب الكيميائي، ثم تصلب هذا الفتات.

٢- صخور كيميائية Chemical: لا حطامية

صخور نتيجة ترسب المواد المعدنية الذائبة في المحاليل المائية المشبعة، ثم يتبخر كمية من الماء ليصبح فوق المشبع، ثم تترسب المعادن الأكثر ذوباناً. وقد تتكون نتيجة التفاعلات بين المعادن.

٣- الصخور العضوية Organic: لا حطامية

صخور تكونت نتيجة ترسب بقايا الحيوانات والنباتات (ترسب بيوكيميائي) في الطبقات بعد موت هذه الكائنات في البحار والمحيطات...

Example: *Fossil rich limestone is made from the shalls of ocean animals , used to make Chalk*طباشير.

تصنيف الصخر الرسوبية: (حسب النسيج).

١- حطامية Clastic: تكونت من حطام صخري، وحطام متقطع.
٢- لا حطامية *Nonclastic*: قد تشبه الصخور النارية، تمثل بلورات متشابكة.

أولاً: الصخور الفتاتية Dateral:

١- صخور طينية (Clayston) والطفل الصفحي (Shale):

دقيقة الحبيبات أقل من ١\٢٥٦ ملم ، أكثر الصخور الرسوبية انتشاراً ، توجد في طبقات رقيقة Laminea.

٢- صخور رملية Sandston:

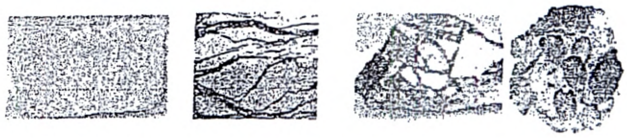
من ٢ إلى ١\١٦ ملم ، يسودها الكوارتز ، حبيباتة تفسر (interpret) تاريخ الصخور.

٣- الكنجلوميرات والبريشيا Conglomerate & Breccia:

حبيباتهما أكبر من ٢ ملم ، الكنجلوميرات : حبيباتها مستديرة *rounded gravels*.

البريشيا: قطع صخرية مبرية الحواف حادة angular particles.

كنجلوميرات بريشيا الطين الصفحي حجر رملي



ثانياً: الصخور اللاحطامية Nonclastic:

أولاً: الصخور الكيميائية:

١- الصخور الجيرية (المستحاثية أو الهيكلية) Limestone (calcareous deposits):

عبارة عن هياكل كائنات حية من اللافقاريات والرخويات والمرجان وهي ملتحمة بمادة الكالسيت *calcite*.

مثل:- الكونيكا coquina: ملتصقة بشكل ضعيف وذات مسامية عالية (broken shell).

- الطباشير Chalk: لونها أبيض مصفر.- صخر الدولومايت Dolostone. - الهوابط والصواعد Stalactites.

٢- الصوان Chert: ترسب مواد غنية بالسليكات حول حبة رمل أو شوكة حيوان مشكلة **صنوان** flint and jasper (agate).

٣- الصخور الملحية: صخور تكونت نتيجة تبخير المياه المالحة ، كالجبس والملح الصخري rock salt and rock gypsum.

A **speleothem:** made of the mineral gypsum, common in dry caves.

- **Precipitates الترسيب** – minerals fall out of solution when the water chemistry changes
- **Evaporates التبخير** – minerals left behind when water evaporates

ثانياً: الصخور العضوية:

تتكون نتيجة تراكم المواد العضوية فوق بعضها. مثل الفحم الحجري.

– Stages in coal formation (in order) مراحل تكون الفحم الحجري

النبات – 1. *Plant material*
الخث – 2. Peat
الفحم البني – 3. Lignite
الفحم الطري – 4. Bituminous
الفحم الحجري anthracite

Metamorphic Rocks الصخور المتحولة

الصخور المتحولة: تكون أكثر صلابة وكثافة من الصخور المكونة لها

هي صخور تكونت من تحول صخور (نارية أو رسوبية أو متحولة) ، بسبب الضغط والحرارة الشديدين ، نتيجة تراكم الصخور فوق بعضها أو نتيجة الحركات الأرضية ، مما يؤدي لتغير التركيب المعدني أو تغير النسيج أو كليهما.

عوامل التحول Agents of metamorphism:

١- الضغط Pressure: - يزيد كلما زاد العمق Increasing with depth. - يكون متساوي في جميع الاتجاهات.
يمكن أن يكون هذا الضغط غير متساوي في المقدار ، ومختلف الاتجاهات.

٢- الحرارة Heat: من أهم العوامل ولها مصدرين: - اتصال الصخر بالصهارة Magma.
- الحرارة الناتجة من زيادة العمق.

٣- المحاليل الحارة Hydrothermal: يحيط المحلول الحار الصخور ، فيتبادل معها الأيونات ، فيتغير التركيب الكيميائي للصخر.

Chemically active fluids:

- Mainly water with other volatile components مياه + مركبات أخرى
- Enhances migration of ions تبادل أيونات
- Aids in recrystallization of existing minerals تساعد على إعادة تبلور المعادن

Sources of fluids مصادرها:

- Pore spaces of sedimentary rocks المسامات في الصخور الرسوبية
- Fractures in igneous rocks التشققات في الصخور النارية
- *Hydrated minerals such as clays and micas* المعادن الهيدراتية

أنواع التحول Type of metamorphism:

أولاً: تحول بالحرارة أو بالتماس Contact (thermal): (محلي)(local)

يحدث في منطقة جغرافية صغيرة ، العامل الأساسي فيه الحرارة ، تأثيره محدود ويقل كلما ابتعدنا عن منطقة التماس.

يحدث عند عبور الصهير magma المصحوب بالمحاليل الحارة للشقوق تحت سطح الأرض ، فتؤدي درجة حرارته العالية إلى إعادة بلورة معادن الصخور الملامسة له ، وقد يحدث فوق السطح عند خروج الصهير. Parent rock touches molten rock.

Contact or thermal metamorphism **أكتب ما تعرفه عن التحول التماسي**

- Occurs due to a rise in temperature يحدث بالارتفاع في درجة الحرارة
- A zone of alteration called an **aureole** forms in the rock surrounding the magma
- Most easily recognized when it occurs at the surface يسهل التعرف عليه عند حدوثه بالقرب من سطح الأرض

ثانيا: تحول ديناميكي Deformational (Dynamic): (محلي)(local)

يحدث نتيجة انفجار الصخر بالقرب من سطح الأرض ، بسبب الضغط العالي والحرارة المنخفضة ،ثم يلتحم الحطام على امتداد الصدوع مكونا ميلونايت -mylonite-.

ثالثا: التحول الإقليمي Regional:

يحدث في منطقة جغرافية كبيرة قرب الأخاديد *trench* والأنشطة البركانية، العامل الأساسي فيه الحرارة والضغط ، له علاقة كبيرة بالألواح التكتونية.

يحدث تحت تأثير الحرارة والضغط الناتج من حركات القشرة الأرضية البنائية Convergence Plates التي تنشأ الجبال والقارات.

وفيه غالباً ما يكون النسيج البلوري واضح والبلورات مرتبة على هيئة صفائح.

The importance of parent rock

- Most metamorphic rocks have the same overall chemical composition as the parent rock from which they formed
- *Mineral makeup determines, to a large extent, the degree to which each metamorphic agent will cause change*

تصنيف الصخور المتحولة حسب النسيج Texture:

١- الصخور الصفائحية (التورق) **Foliation**:
صخور تكونت بفعل الضغط والحرارة الشديدة (تحول إقليمي) ، وتتميز بأن بلوراتها مرتبة ومتوازية على شكل طبقات.

٢- الصخور اللاصفائحية **Non-Foliation**:
صخور تكونت بالفعل الحراري ، تتميز بالنسيج الحبيبي.

تصنيف أهم الصخور المتحولة الشائعة :

نوع الصخور	عملية التحول	الصخر المتحول: تحول بسيط	تحول متوسط	تحول كبير	التفاصيل
أ ــ الصخور الصفائحية	التحول بفعل الضغط والحرارة (الإقليمى)	اردواز Slate	مايكاشيست Mica-sch.	نيس Gneiss	تتكون من تحول الصخور الرسوبية ذات النسيج الناعم ، وتظهر فيها خطوط التشقق أو التقشر واضحة جداً .
		فيلايت Phyllite	مايكاشيست Mica-Schist	نيس Biotite	تتكون من استمرار تأثير الضغط الشديد على الاردواز مع ارتفاع في درجة الحرارة والمعادن البانية لها هى الميكا البيضاء والكلورايت .
		الشيست Schist	نيس Gneiss	نيس Gneiss	صخور ذات حبيبات متوسطة إلى خشنة متحولة عن صخور رسوبية ناعمة الحبيبات . ومعادنها الشائعة الميكا والكلورايت والتلك .
		نيس Gneiss	ميكانيس Mica-Gneiss	بيوتانيت نيس Bistite Gneiss	تتكون نيتجة لتحول الصخور النارية أو الرسوبية . ومعادنهـا مرتبة في أشرطة غير منتظمة . والمعادن الشائعة التى تدخل في تكوينها الكوارتز ، الفلسبار ، الميكا ، الهورنبلند
ب ــ الصخور غير الصفائحية	التحول الحرارى	كوارتزايت			صخور رملية الأصل تتكون نتيجة لتبلور معادن هذه الصخور بالحرارة العالية . ومعادنها الشائعة الكوارتز .
		الرخـــام			صخور جيرية أو دولوميثية الأصل وتتكون نتيجة لتبلور معادن هذه الصخور بفعل الحرارة العالية .
		هورنفلس			صخور جيرية طينية الأصل (طفل) تحولت بالحرارة ، ويكون التحول مؤثراً على المعادن الرئيسة المكونة لهذه الصخور وهى : الفلسبار والبايوتايت والكوارتز .

شكر خاص للأخ : أبو ماهر

أبو فوزي

أحمد فوزي الحلاو

Exploration of Rock استكشاف الصخر

إحدى التطبيقاتِ الأكثر شيوعاً للحجارة ذات البُعدِ المنتظم كانتْ بناءَ الجدران الإستنادية في المناطق الجبليةِ ذات المنحدرات القوية.

طرق الحصول على معلومات عن الصخور **:Investigative Methods**

1. الطرق الجيوفيزيائية.
2. التخطيط والخرائط الجيولوجية (تحتاج لجيولوجي مؤهل).
3. الحفر وأخذ العينات (Drilling and Coring).
4. حَفر حُفر استكشافية.

الحفر وأخذ العينات :Drilling and Coring

مثل: جهاز حفر عن طريق ضغط الهواء يحفر لمناسيب معينة ثم يتم وضع ديناميت لشق الطرق.

مستلزمات الحفر :Rock Coring Methods

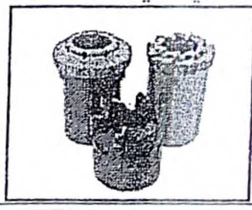
-1 الأجهزة التقليدية (wireline).
-2 ريشة (رأس الحفار) (drill bits) لتفتيت الصخر.
-3 ماسورة (core barrels).
-4 مادة سائلة(drilling fluids) لتبريد آلة الحفر.
-5 تسجيل الملاحظات أثناء الحفر.
-6 تسجيل نوعية وجودة الصخر.

الريش (رأس الحفار):

الماس: الأصلب و الأفضل والأسرع ، ذات مصنعية عالية ، وغالية السعر.

صناعي: جيدة عموما ، أقل سعراً من الألماس.

كربيد التنجستن: بطيء في الحفر ، الأقل سعراً.

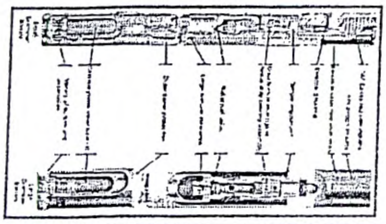


ماسورة الحفر (Core Barrels):

تقوم بسحب العينات من الحفرة.

أنبوب مفرد: الأرخص سعراً ، غالباً يبتدأ به الحفر، ويحتوي على:

- رأس القطع. - أنبوب سحب العينات. - صدفة توسيع.



مؤشر الخصائص :Index properties

-1 مؤشر جودة الصخر (Rock Quality Designation) (RQD):

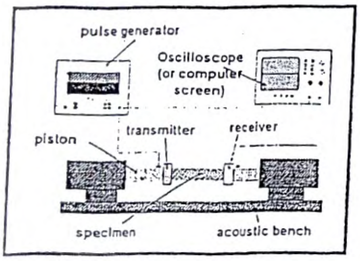
تهمل العينات التي سماكتها تقل عن 10 سم.

$$RQD = \frac{\sum pieces > 10cm\ long}{total\ length\ cored} \times 100\%$$

100-90	ممتاز
90-75	جيد
75-50	معتدل
50-25	ضعيف
25 >	ضعيف جداً

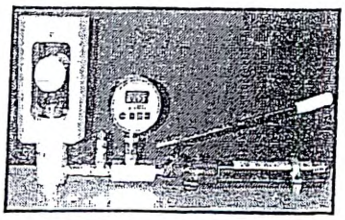
-2 السرعة الطولية ودرجة التشقق :Longitudinal Velocity and Degree of Fissuring

يقيس الجهاز سرعة انتقال الموجات خلال الصخر.(عن طريق موجات تضاغطية أو زلزالية).



-3 اختبار الضغط اللاأفقي :Uniaxial Compression Tests

عن طريق جهاز "*point Load* Test"



$$I_s = \frac{P}{D^2}$$

حيث : D المسافة بين الرأسين المخروطيين.

$$C_0 = 24 \times I_{s(50)}$$

$$C_o = \frac{P_{peak}}{A}$$

C_0 : Uniaxial Compressive Strength

أقوى صخر C له > 250 MPa

-4 اختبار الصلابة :Hardness Tests

تستعمل بطريقة غير مباشرة كاختبار للضغط اللاأفقي.

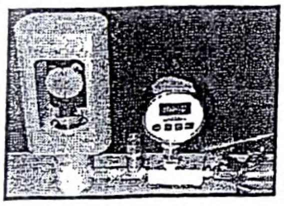
عن طريق جهاز "*Schmidt Hammer*" أو جهاز "Shore Scleroscope"



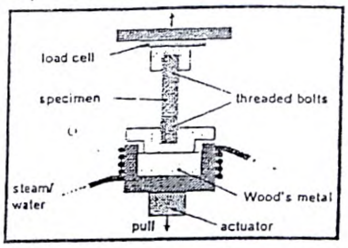
5- اختبار قوى الشد Tensile Strength Tests:

عن طريق جهاز "*Brazilian (indirect)* Test"

توضع العينة القرصية بين أسطوانتين ثم يضغط إلى أقصى قوة ، ثم ينشق القرص على طول القطر.



* اختبار قوى الشد مباشرة:
ويصعب فيه تثبيت العينة.



تصنيف Rock Mass Rating (RMR)

وهو تصنيف لجودة الصخر (لـ Geomechanics) يعتمد خمسة مقاييس لكل مقياس مجموعة من العلامات فيصبح المجموع من مئة.

مجموع العلامات من مئة

1- صلابة الصخر Strength of the rock: — 15 Points

2- Drill core quality (RQD): — Points20

3- تسريب الماء Groundwater conditions: — Points15

4- المسافة بين المكسر والمفصل Joint and fracture spacing: — Points20

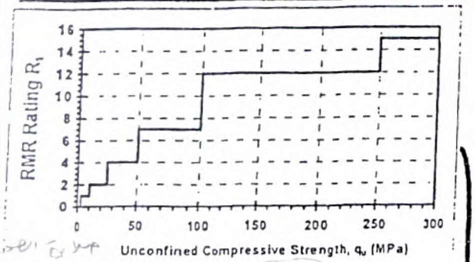
المفصل والمكسر (Joint and fracture): الشروخ الموجودة في الصخر التي لا يتبعها حركة.

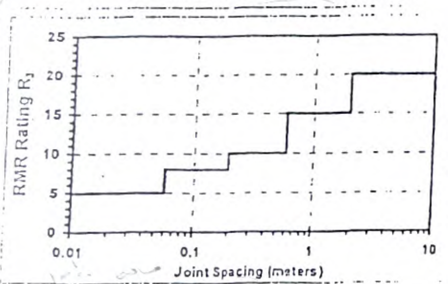
الصدع(faults): الشروخ الموجودة في الصخر التي يتبعها حركة.

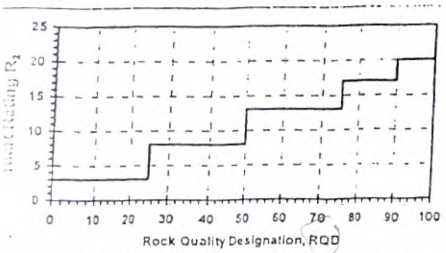
5- خواص الفواصل Joint characteristics: — Points30

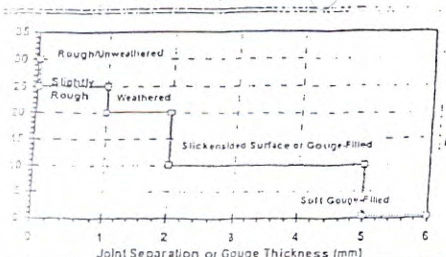
Class	Description of Rock Mass	RMR Sum of Ratings from 5 categories
I	Very Good Rock	81-100
II	Good Rock	61-80
III	Fair Rock	41-60
IV	Poor Rock	21-40
V	Very Poor Rock	0-20

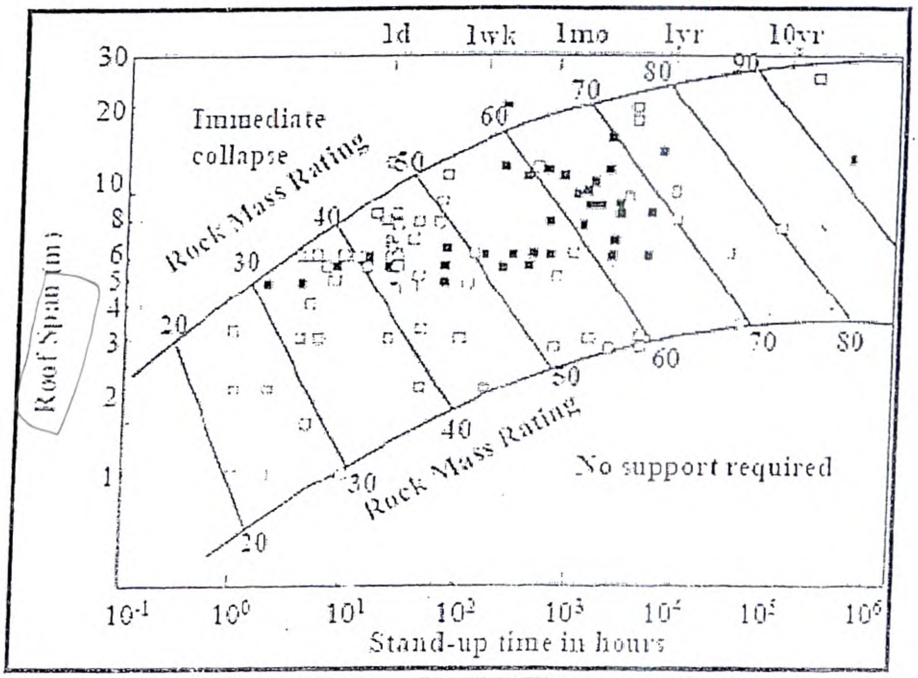
لحساب علامة كل مقياس









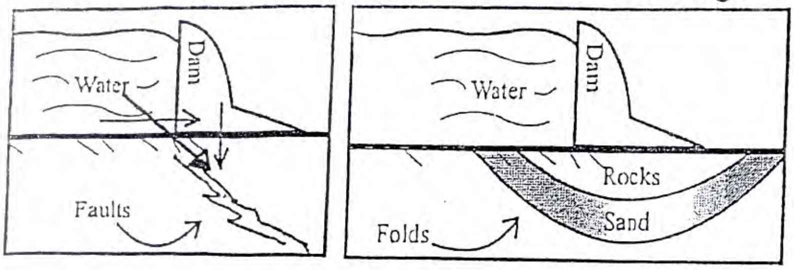


مقارنة الناتج النهائي لـRMR وقطر النفق وصمود النفق بالنسبة للزمن وحاجته أو عدم حاجته للتدعيم.

في حال احتاج النفق لتدعيم فإن أنواع الداعمات Types of Support:

- قدح مسامير وتثبيت شبكة أسياخ Rock Bolts.
- عمل طبقة من الخرسانة على الجدران Sprayed Concerete.
- تجميد المياه المتسربة في الصخر Ground Freezing: باستخدام النيتروجين والكهرباء.

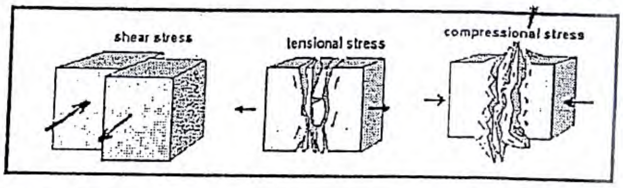
الطيات والصدوع Folds & Faults



مقدمة: أهمية دراسة الصدوع والطيات:
في حال بناء السد وكان هناك صدع كما بالشكل فإن محصلة القوى (ماء+ وزن السد) ستكون باتجاه الصدع وهذا سيؤدي لضعف السد.
وفي حال بنائه وكان تحته طية به طبقة رملية ، فإن ذلك سيؤدي لانتقال الماء إلى الناحية الأخرى من السد.

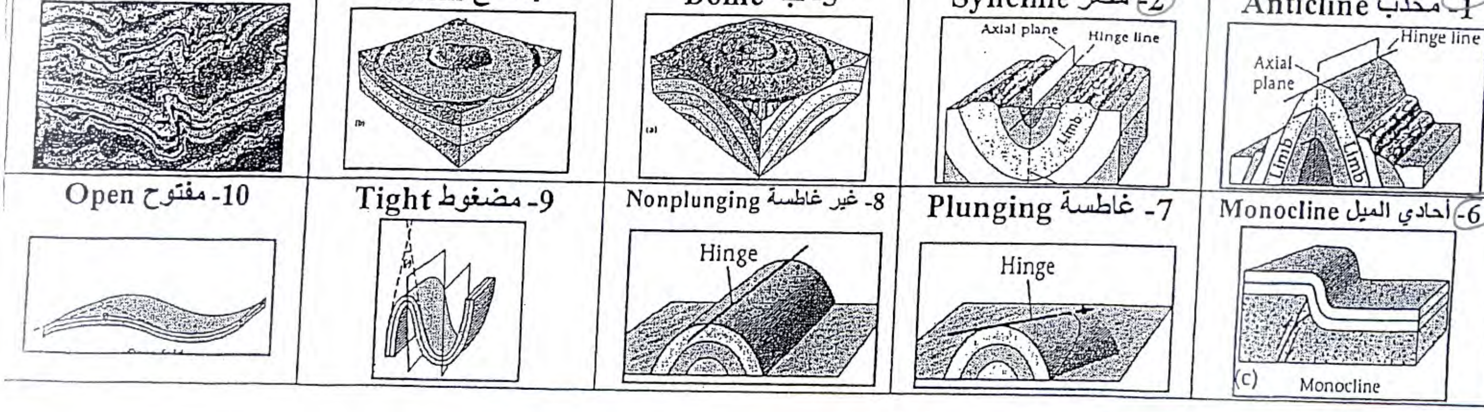
كيفية استجابة الصخر للإجهاد Stress:

- قوى الإجهاد تؤثر على الأجسام ، فتستجيب العوامل للتأثير على حسب:
1- طبيعة الصخر(مرن Elastic ، ينكسر Fracture ، لدائن Plastic). 2- درجة الحرارة. 3- الضغط. 4- الزمن.



أنواع الطيات Folds:

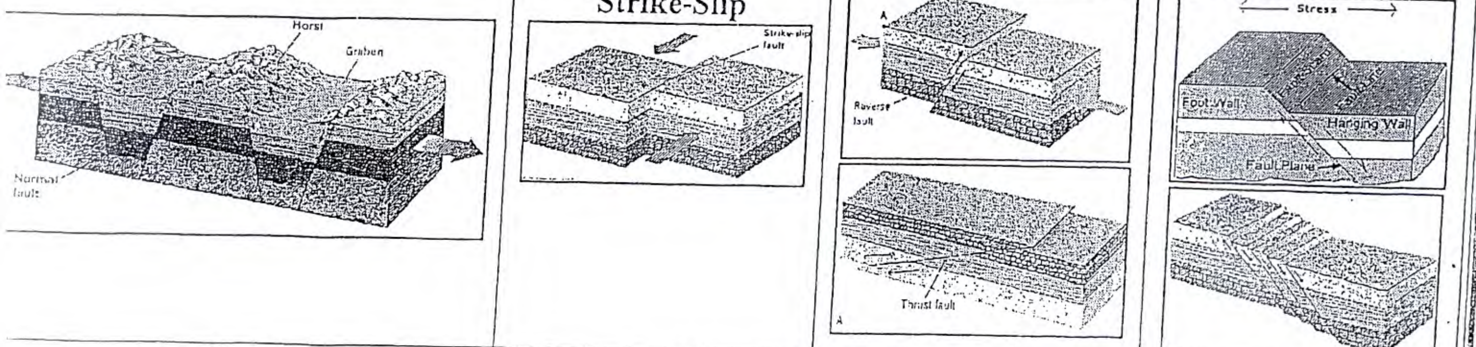
1- محدب Anticline	2- مقعر Syncline	3- قبة Dome	4- قاع Basin	5- مقلوب Overturned
6- أحادي الميل Monocline	7- غاطسة Plunging	8- غير غاطسة Nonplunging	9- مضغوط Tight	10- مفتوح Open



الصدوع Faults: هي كسور وتشققات متحركة.
عناصر الصدع:
- Slip : وهي المسافة التي تحركها الصدع. - Fault zone: عدد من المسافات المتكسرة المتباعدة.
- Hanging wall: الجانب الذي يرتفع من الصدع. - Footwall: الجانب الذي ينخفض من الصدع.

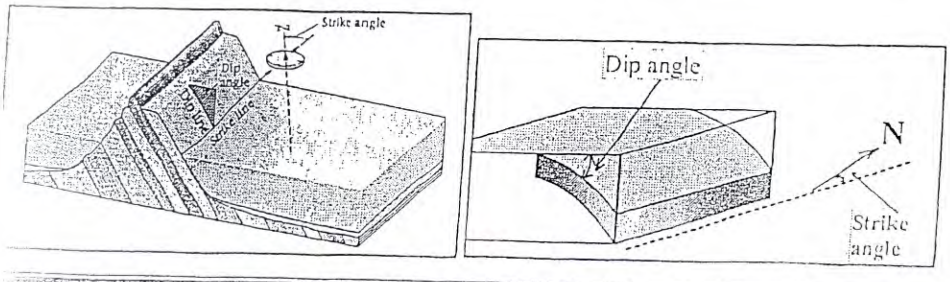
أنواع الصدوع Fault terms:

1- عادي Normal	2- عكسي Reverse	3- جانبي Lateral or Strike-Slip	4 ، 5 - Horst & Graben



- زاوية الميل ومتجه الطبقة:

متجه الطبقة Strik angle.
زاوية الميل Dip angle.



Weathering & Erosion التجوية والتعرية

عمليات الأرض الخارجية:

- ✓ التجوية Weathering: تفتت الصخر بواسطة العوامل الكيميائية والفيزيائية.
- ✓ التعرية Erosion: عملية نقل الفتات بواسطة الماء أو الرياح أو الثلوج أو الجاذبية.
- ✓ Mass wasting: نقل الصخور والتربة من أعلى الجبال على طول المنحدرات بواسطة الجاذبية.

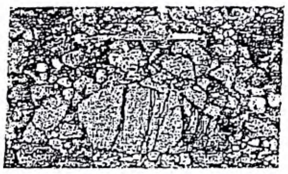
أولاً: عوامل التفكك الفيزيائية physical disintegration:

تكسير وتفتيت الصخر دون تغير التركيب الكيميائي.

١- تجمد الشقوق Frost wedging:
تمتلئ الشقوق في صخور الجبال بمياه الأمطار ، ثم تتجمد المياه ، مما يؤدي لزيادة الحجم ، فتتكسر الشقوق.



٢- قوة التبلور Crystal growth:
توجد بعض المعادن في الصخور غير متبلورة ، بسبب عدم وجود الماء ، فعند وصول الماء تتبلور هذه الصخور فينشأ ضغط هائل على السطوح الداخلية للصخر مما يؤدي لتحطمها.

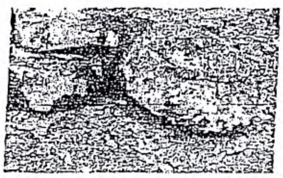


٣-انفصال الطبقات Mechanical exfoliation:
تراكم الأحمال (طبقات تربة) فوق الجبال ، ثم تقوم التعرية بإزالة هذه التربة ، فتنفصل الطبقات العلوية للصخر وتتكسر.





٤- اختراق الجذور Root Penetration:
جذور النباتات القوية تنمو فوق الصخور المتكسرة ، فتفتتها.



٥-اختلاف درجة الحرارة Thermal expansion & contraction:
الصخور النارية تتعرض للحرارة والبرودة ، فتتمدد وتنكمش ، فتتفتت وتتكسر.

٦- النحت Abrasion:
تيارات الرمال التي تمر فوق الصخور والمعادن فتحتك بسطحها ، فتسبب التآكل لها.

٧- التشبع بالماء والجفاف:
تمتلئ شقوق الصخور بمياه مالحة ، ثم تتبخر المياه ، فيبقى الملح ، تمتلئ مجدداً بالمياه ، مع وجود الملح مسبقاً ، الذي يزيد من كمية امتصاص الماء ، فيؤدي لزيادة الحجم ، فتكسر الصخر.

ثانياً: عوامل التفكك الكيميائية Chemical disintegration:

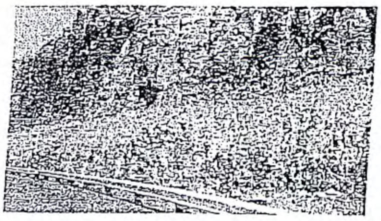
تكسير وإذابة الصخر مع تغير التركيب الكيميائي. (يزيد الاستقرار)

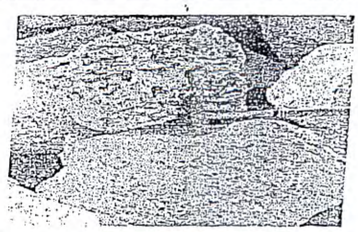
١- الذوبان Dissolution:
المطر أثناء نزوله يذوب فيه الكربون ، فيسقط على صخر جيري limestone مثلاً ، فيذيبه.
ينشأ ← الكهوف.

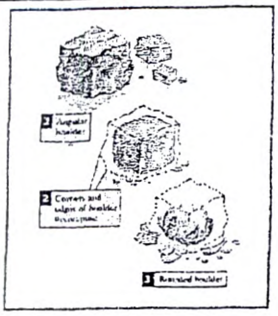
٢- الأكسدة Oxidation:
استبدال أيونات المعادن بأيون الأكسجين ، فالبزلت يحوي الحديد يصبح أكسيد الحديد (صدأ).
ينشأ ← الصدأ rust.

٣- الهدرجة Hydrolysis:
استبدال أيون الهيدروجين بأيونات أخرى ، مثل: فلسبار ← طين ، و كوارتز ← رمل.
ينشأ ← الطين والرمل.









التعديلات الناشئة من التجوية الكيميائية:

١. تشقق المعادن الغير مستقرة.
٢. إنشاء أو الاحتفاظ باستقرار المعدن.
٣. تعديلات فيزيائية كتدوير الصخر وتنعيم حوافه.

معدل التجوية: يعتمد على:

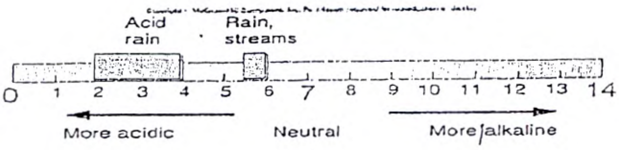
✓ زيادة مساحة السطح بواسطة التفتيت الكيميائي والفيزيائي.
✓ خصائص الصخرة (نوع المعدن : فحجر الكلس والرخام يذوبان في الأحماض).

الفرق بين التعرية بالهواء والتعرية بالماء:

١- قدرة الهواء صغيرة (يحمل حبيبات صغيرة) ، الماء (يحمل صخور كبيرة).
٢- الهواء يعمل في الصحراء ، الماء يعمل في الأنهار.

what is acid rain?

pH = concentration of H^+ ions



$$pH = -\log [H^+]$$

larger number is greater concentration - acid

Soil التربة

التربة: تجمع طبيعي لمعادن ومركبات عضوية متحللة وهواء وماء ، وهي من أهم نواتج التعرية والتجوية.
مثل: تربة هيومس Humus وهي تربة عضوية.

مكونات التربة : معادن طين ٤٥% ، ماء ٢٥% ، هواء ٢٥% ، مواد عضوية ٥%.

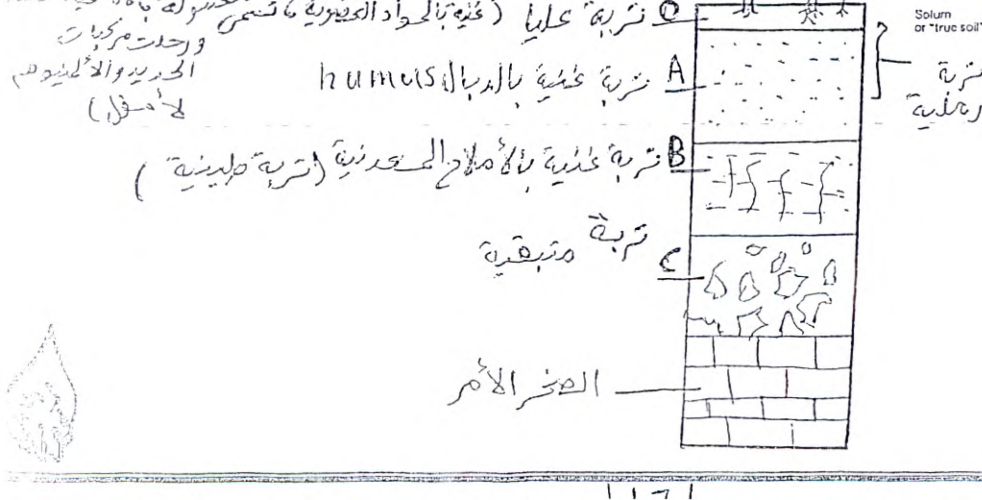
أنواعها: ١- تربة متبقية **Residual**: تربة باقية في مكان تكونها الأصلي أي فوق الصخور المولدة لها ، وحبيباتها خشنة وكبيرة.
٢- تربة منقولة **Transported**: تربة نقلت من أماكن تكونها إلى أماكن أخرى ، حبيباتها ناعمة وصغيرة.

عوامل تتحكم في تكوين التربة:

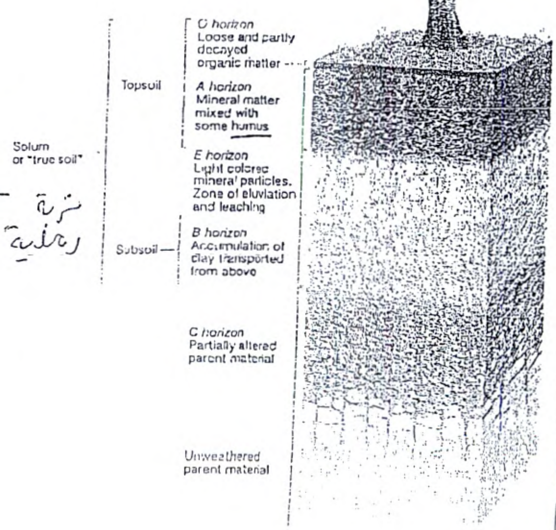
١- زمن التكون Time: تتحسن التربة مع الزمن وتزداد سمك طبقاتها.
٢- المناخ Climate: المتحكم الأول في تكوين التربة ، يعتمد على الحرارة والمطر.
٣- النباتات والحيوانات Plants and animals: تؤثر في جعل التربة عضوية ، وخاصة النباتات.
٤- الميل Slope: فالمنحدرات تسرع عملية التعرية وتكوين التربة.

Three very generic soil types

- Pedalfer Moist All Year
- Accumulation of iron oxides and Al-rich clays in the B horizon. Brown B horizon
  - Best developed under forest landscapes
- Pedocal - High Evaporation
  - White calcium carbonate (caliche) in B horizon
  - Associated with dry grasslands and dry brush vegetation
- Laterite e.g. Monsoonal Climate
  - Alternating Hot dry and Cool Wet tropical climates
  - Intense chemical weathering
  - Red Iron oxide – horizons not distinct
  - Very thick soils but thin useful topsoil-Trees are Buttressed



An idealized soil profile with horizons



Deserts and Winds الصحاري والرياح

في الصحراء:

- معدل سقوط الأمطار أقل من ٢٥ سم.
- معدل (aridity index)=التبخر\المطر أكبر من ٤ .

$$\text{aridity index} = \frac{\text{potential evaporation}}{\text{precipitation}} > 4$$

- الصحاري قد تكون: حارة ، معتدلة ، باردة . كل القارات بها نوع أو آخر من الصحاري.
- تشكل الصحاري ٣٠% من اليابسة.

أنواع المناخ: ١- صحراوي أو قاحل (arid). ٢- سهلي أو شبه قاحل(Steppe or semiarid)

أنواع الصحاري:

١- صحاري بسبب قلة الأمطار والرياح الجافة.
٢- صحاري بسبب البرودة الشديدة.

ميكانيكية الرياح في الصحراء:

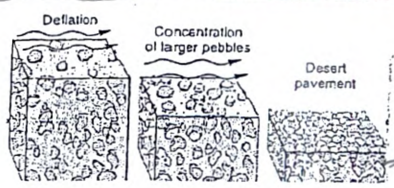
تقوم بنقل الرواسب ، فكلما زادت سرعة الرياح زاد الكم والحجم من الرواسب المحمولة.
تحتك الرواسب بالصخور فيؤدي ذلك لتدوير الرواسب وترسيبها.

العمل الجيولوجي للرياح:

أولا: ميكانيكية التعرية بالرياح wind erosion(العمل الهدمي):

١- التذرية **Deflation**: وتؤدي لتجمع الحصى والصخور ، وإزالة الطبقة الصالحة للزراعة ، وتؤدي لصنع Desert Pavement.





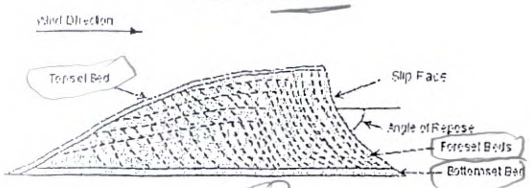
٢- البري **Abrasion**: تقوم الرياح المحملة بالمال الناعمة بحك الصخور الضخمة ، مكونة أشكال غريبة (كمائدة الشيطان).

ثانيا: ترسبات الرياح wind deposits(العمل البناء):

١- الكثبان الرملية(**Dunes**): أكوام كبيرة من الرمال ذات أشكال متميزة ، غير مستقرة في مكان ثابت ، دائمة الحركة ، وينتج عن ذلك اختلاف سرعة الرياح فوق أسطحها فالسطح الذي يتعرض لهبوب الرياح تكون فوقه السرعة أكبر وعليه فإنه تنتقل من فوقه فإذا مرت على السطح المضاد قلت سرعتها نتيجة انتشارها ، فترسب الرمال وباستمرار العملية تستمر عملية النحر و الترسيب.

أشكال الكثبان الرملية في الكمبيوتر(شرائح البوربوينت)

Sand Dune Cross Section



مشاكل ترسبات الرياح:

١- تعطيل السكك الحديدية والطرق.
٢- تقليل مقاطع المصارف والترع.
٣- نحر الأساسات.
٤- تغطية المنازل المنازل.
٥- تصحر الأراضي الزراعية.

كيفية حل هذه المشاكل:

- زراعة الأشجار باتجاه الرياح.
- وضع سياج من الشبك أو غيره.
- رش مادة الزفتة (القار).

تم الكلام وربنا المحمود على المكارم والعلا والجود

قطاع غزة والكثبان الرملية:

تنتشر الكثبان على طول السواحل ، **بعرض** (١كم - ٣كم) ، وسمك (٢٠م – ٣٠م).
مكونة من كوارتز ٨٥% وبعض الفلسبار ، وهي **مهمة** لـ ١- مصائد للمياه. ٢- في مواد البناء. في حال تشبعها بالمياه (جيدة للأساسات) ، أما إذا كانت جافة تكون سيئة للأساسات.

أخوكم: أحمد فوزي الحلاق
لا تنسونا من صالح الدعاء

٢- رواسب أو تربة اللوس **Loess**:

هي خليط متجانس من: طمي + طين + رمل + رمل ناعم + أملاح كلسية (ذات اللون الأصفر).
تنتج: من هبوب الرياح من - بئر السبع- ، وترسبها حول مصبات المياه في المنطقة الجنوبية من القطاع.
تتميز: بخصوبتها ، كثرة الفراغات ، خفة الكثافة (لا تزيد عن 1.25) ، تتماسك إذا كانت جافة ، تنهار إذا كانت مشبعة.

Earthquakes and Volcanoes الزلازل والبراكين

الزلازل

الزلازل :هزات أرضية ناتجة عن تحرر سريع لطاقة كانت مخزونة في الصخر.
أو هو: اهتزاز وارتعاد ، ينتج من الحركة المفاجئة لقشرة الأرض.

Earthquakes: shaking and trembling that results from the sudden movement of part of the Earth's crust.

التصدعات faulting

أشهر مسبب للزلازل التصدعات faulting ، التي تفرغ طاقتها ، فتستمر الصخور بالحركة حتى نفاذ الطاقة.
أغلب الصدوع تكون بين السطح وعمق ٧٠كم.

نظرية الارتداد المرن Elastic rebound theory:

الطاقة التكتونية تؤثر على القشرة ، وتُخزن هذه الطاقة في الصخور ، وعندما تصبح الطاقة المخزونة أكبر من الحد المرن ، أو أكبر من المقاومة الناتجة عن الاحتكاك على امتداد الصدوع القديمة ، يحدث انكسار وحركة على طول الصدوع ، وتنتشر جزء من الطاقة على شكل اهتزازات من البؤرة Focus إلى النقطة التي تعلوها على السطح (المركز السطحي Epicenter) إلى جميع الاتجاهات.

صدع سان أندرسن San Andreas Fault:

- ✓ يمتد من المكسيك حتى شمال كليفورنيا 960 كم.
- ✓ اللوح الغربي للصدع يتحرك للشمال ، اللوح الشرقي للصدع يتحرك للجنوب.
- ✓ لا تتحرك جميع الصخور معاً في نفس الوقت ، لذلك تقع الزلازل في منطقة واحدة ثم في منطقة أخرى.
- ✓ كل ٥٠ عام يحدث بها زلزال كبير.
- ✓ تسبب في عام ١٩٠٦م بزلزال في سان فرانسيسكو.

التسونامي Tsunamis:

موجات بحرية هائلة (تصل إلى ٢٠ متر) ، تسير بسرعة عالية (٧٠٠ إلى ٨٠٠كم /ساعة) ، تنشأ من وقوع زلزال في المحيط.

عناصر الزلزال:

١- البؤرة Focus:

نقطة تحت السطح يبدأ من عندها تكسر وتحرك الصخور ، البؤرة تقع تحت مركز الزلزال .

The point beneath the surface where the rocks break and move is called the focus. The focus is the underground origin of an earthquake .

- *البؤرة السطحية* (٥ – ٧٠كم) : تكون عند الحيود البحرية.
- *البؤرة العميقة* (٧٠ – ٧٧٠ كم): تكون في المحيط الهندي.

٢- المركز السطحي Epicenter:

النقطة التي تعلوا البؤرة مباشرة فوق السطح ، تصلها موجات الزلزال أولاً ، و خلال الزلزال الاهتزاز الأكثر عنفاً يكون عندها.

Directly above the focus, on the Earth's surface is the epicenter. Earthquake waves reach the epicenter first. During an earthquake, the most violent shaking is found at the epicenter.

الموجات الزلزالية Seismic Waves: على ثلاث أنواع رئيسة:

١- موجات أولية (أ) Primary Waves (P):

- ✓ أسرع الموجات وأولها خروجاً من البؤرة ، أسرع من الموجات الثانوية بـ 1.7 مرة .
- ✓ تنتقل في الغلاف (الصلب ، السائل ، الغازي) ، وتختلف سرعتها بحسب الغلاف ، فتكون أسرع في أعماق الأرض.
- ✓ عبارة عن موجات (تضاغط وتخلخل) P waves are push-pull waves.

٢- موجات ثانوية (ث) Secondary Waves (S):

- ✓ موجات قص أو مستعرضة.
- ✓ اتجاه ذبذباتها عمودي على اتجاه انتقالها ، فتسبب تحريك عمودي للأرض على اتجاه حركتها ، لذلك تكون مدمرة.
  They move at right angles to the direction of the wave.
- ✓ تنتقل في الغلاف الصلب فقط.
- ✓ أقل سرعة من الموجات الأولية ، وسعتها أكبر من الموجات الأولية.

٣- موجات سطحية Surface Waves (L):

- ✓ أبطئ أنواع الموجات، وسعتها كبيرة جداً، وتستغرق وقت للوصول للسطح.
- ✓ تنتشر بالقرب من سطح الأرض ، وتعبر المحيطات ، وتحرك القشرة لأعلى وأسفل.
- ✓ تعتبر الموجات الأكثر دماراً L waves cause most of the damage.

رصد الزلازل:

يمكن تحديد قوة الزلزال من خلال : ١- الشدة Intensity. ٢- المقدار Magnitude.

١- مقاييس الشدة Intensity scales:

تحدد شدة الزلزال من خلال مدى شعور الإنسان بها ، ومدى الدمار الذي أحدثته في المنشآت.

١- **مقياس ميركلي Mercalli scale**: ويستخدم تدريج من ١ إلى ١٢.

٢- **مقياس رختر Richter scale** : أقل من ٢ لا يشعر به الإنسان ، أكبر من ٧ دمار شامل. ويعتمد أعلى سعة يقيسها.

يحدد كمية الخطر الناشئ من الزلازل ، ويعتمد على عدد من العوامل:

- قوة الزلزال.
- نوع الصخر والتربة تحت المنطقة.
- عدد سكان المنطقة.
- نوعية المباني في المنطقة.
- زمن حدوث الزلزال.

The amount of damage created by an earthquake depends on several factors:

- The earthquake's strength.
- The kind of rock and soil that underlie an area
- The population of the area
- The kind of buildings in the area
- The time at which the earthquake occurs

٢- قياس المقدار Magnitude:

ويحدد المقدار عن طريق تسجيلات الزلازل في المحطات الزلزالية ، حيث تحدد الطاقة التي تحررت فيها الزلازل.

ويحدد مركز الزلزال عن طريق ٣ محطات ، تقيس فرق الزمن بين الموجات الأولية والثانوية ، ويحدد المركز عن طريق تقاطع هذه الموجات مع بعضها.

السيسموغراف The Seismograph:

اخترعه جون ميلن عام ١٨٩٣م ، وهو جهاز يسجل الموجات الزلزالية.

عبارة عن كتلة مثبت بها قلم ، ومعلقة على طرف زنبرك ، وتحتها ورقة تدور حول اسطوانة ، عند تحرك الأرض تتحرك الكتلة فتخطط موجات على الورقة.

Seismogram : الموجات التي يرسمها جهاز السيسموغراف.

Seismologists:

علم يهتم بدراسة الموجات الزلزالية.

بإمكانه تحديد قوة الزلزال ، عن طريق دراسة ارتفاع الخط المتموج على سجل الورقة.

التنبؤ بالزلازل Predicting Earthquakes:

✓ Scientists have identified warning signals the help predict earthquakes with greater accuracy.

✓ تعرف العلماء على إشارات تحذيرية تساعد على التنبؤ بالزلزال ذات دقة عالية.

✓ *Often changes occur in the speed of P and S waves before an earthquake occurs.*

✓ قبل وقوع الزلزال عادة ما تتغير سرعة الموجات الثانوية والأولية.

✓ Sometimes slight changes in the tilt of the Earth's surface can be detected.

✓ في بعض الأحيان يحدث ميل طفيف في سطح الأرض يمكن أن يكتشف.

✓ Some scientists believe animals behavior is affected.

✓ يؤمن بعض العلماء أن سلوك الحيوانات يتأثر قبل وقوع الزلازل.

Foreshock: البدايات التي تحدث قبل وقوع الزلزال بيوم.

Aftershock: زلازل صغيرة تحدث بعد وقوع الزلزال الكبير.

حزام الزلازل Earthquake Belts:

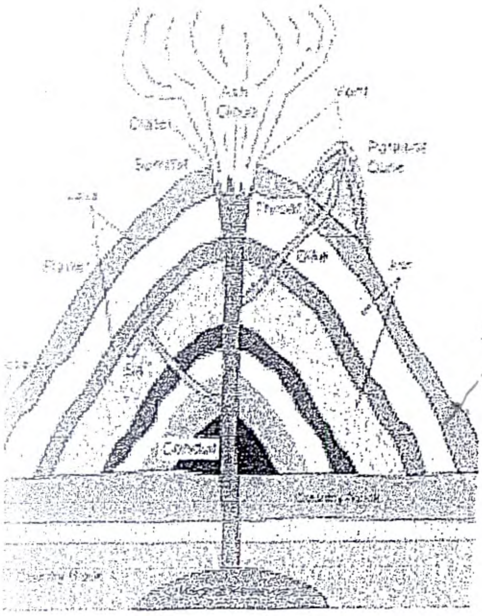
٩٥% من الطاقة الناتجة عن الزلازل.

آثار الزلازل:

١- Liggfactor: الأرض تصبح كالماء وتبدأ المباني بالغطس.

٢- التسونامي Tsunamis.

البراكين Volcanoes



الصهير Magma:

صخور مصهورة في حالة سائلة ، توجد في عمق الأرض تحت درجة حرارة وضغط عالي جداً ، وتوجد في جيوب تعرف باسم (magma chambers).

الحمم Lava:

هي الماجما التي صعدت للسطح ، المكان الذي تصعد له الماجما فوق السطح يسمى بركان، وقد تخرج الافا على شكل مخروط مكونة الجبال.

فتحات بركانية Volcanoes Vent:

الفتحة التي تنفجر erupts منها الافا ، وقد يكون للبركان أكثر من فتحة.

أنواع الحمم Types of lava:

١- **الحمم الداكنة Dark-Colored Lava:**
تحتوي الكثير من المياه وهي غنية بالحديد والمغنيسيوم ، وتبرد مشكلة الصخور النارية كالبازلت ، وهي رقيقة وسائلة وتميل للتدفق.
و تشكل الجزر كجزيرة هاواي.

٢- **الحمم الفاتحة Light-Colored Lava:**
تحتوي القليل من الماء وهي غنية بالسليكون والألمنيوم ، وهي تسبب الانفجارات explosive eruptions ، يميل tends السيلكون للتصلب في الفوهة مكوناً الصخور، والبخار والماجما يتجمعان تحت الصخر ، إلى أن يصبح الضغط عظيم يحدث الانفجار ، وعند تصلب هذا النوع تشكل الصخور النارية كالريولايت الذي يشبه resembles الصوان granite.

٣- **الحمم الممزوجة Combination Lava:**
ولها تركيب كيميائي مشابه للحمم الداكنة والفاتحة ، وينشأ منها أنواع أخرى من الصخور النارية كالأندسايت.

٤- **الحمم الغازية Gaseous Lava:**
تحتوي كمية كبيرة من الغازات (البخار وثاني أكسيد الكربون steam and carbon dioxide) ، عند تصلبها تكون صخور مليئة بالمسامات الناتجة من فقاعات due الغاز ، مثل: Pumice و scoria.

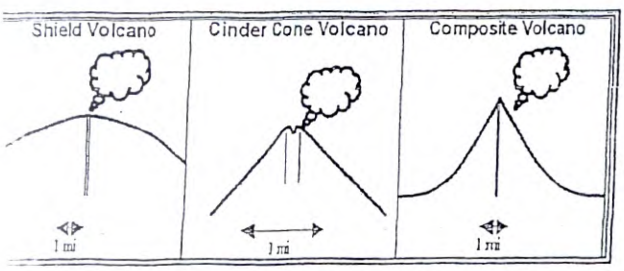
الإنفجارات البركانية Volcanic Eruptions:

خلال الانفجار البركاني ينشأ:

- الغبار البركاني volcanic dust: هي شظايا fragments صخور صغيرة جدا (أقل من 0.25ملم) ، تتطاير في الهواء.
- الرماد البركاني Volcanic Ash: (٠,٢٥ - ٥ ملم) يتساقط على الأرض مكون صخور صغيرة.
- القنابل البركانية Volcanic bombs: (من سنتيمترات إلى أمتار) تكون مصهورة molten ، و تتصلب أثناء طيرانها في الهواء.

أنواع البراكين Types of Volcanoes

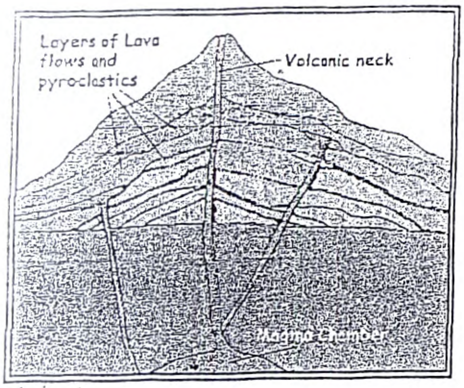
تختلف البراكين باختلاف الانفجارات البركانية. Different types of volcanic eruptions form different types of volcanoes.



١- **البراكين الدرعية Shield Volcanoes:**
إذا انسابت الافا كحمم هادئة ، تكون حول الفوهة قبة عريضة ، وتنساب على مساحات شاسعة ، وبعد عدة انفجارات تصبح القبة جبل.
مثل بركان (Mauna Loa) في هاواي ، ارتفاعه ٤كم فوق سطح البحر.

٢- **براكين سندرية المخروط Cinder Cones:**
براكين نشأت من الحطام المتطاير ، وهي ذات جوانب منحدرة steep sides ، لأن المادة تترتب بشكل حر loosely arranged، وغير مرتفعة ، وقاعدتها ضيقة narrow base.
مثل بركان (Paricutin) في المكسيك.

٣- **براكين مركبة Composite Volcanoes:**
براكين نشأت من تراكم طبقات الحمم والحطام فوق بعضها ، يبدأ البركان بانفجار عظيم مكون طبقة من الرماد والحطام والقنابل ، ثم تبدأ انفجارات صغيرة متتالية تنساب فيها الافا على شكل طبقات فوق بعضها، مشكلة الجبال.
مثل بركان (Vesuvius) بايطاليا.



فوهة البركان Crater:
حفرة عميقة توجد غالباً في قمة المخروط البركاني.

:Caldera
هي فوهة بركان أصبحت كبيرة نتيجة انهيار collapse جدران الفوهة، وقد تتكون من انهيار أو انفجار فوهة البركان.

النشاط البركاني Volcanic Activity:
البراكين متقلبة ، فالبعض ينفجر بانتظام والبعض لم ينفجر في التاريخ الحديث.
لذلك العلماء يصنفونها: نشطة أو خاملة أو منقرضة.

Volcanoes are unpredictable . Some erupt regularly, others have not erupted in modern history. Scientists classify them as active, dormant or extinct.

١- البراكين النشطة Active Volcanoes:
هي البراكين التي تتفجر باستمرار أو بشكل دوري periodically.
مثل:.Katmai in Alaska and Mount St. Helens in the Cascade Range

٢- البراكين الخاملة *Dormant Volcano*:
أي بركان انفجر في الوقت الحديث لكنه خامل الآن.
مثل: Mount Rainier in United States

٣- براكين منقرضة Extinct Volcano:
جميع البراكين التي لم تتفجر ضمن التاريخ الحديث. وتكون بالية في غرف الصهر غالباً .They worn away to the level of their magma chamber
مثل:جبل St. Helens ، ولكن أخطأ العلماء وانفجر بعد فترة من الانقراض.

مناطق الزلازل و البراكين Volcano and Earthquake Zones

يوجد ٣ مناطق رئيسية major يحدث بها أغلب الزلازل والبراكين ، وفي هذه المناطق نشاط وحركة في القشرة الأرضية.

١- منطقة حلقة النار Ring of Fire:
تمتد على طول الطريق حول حافة المحيط الهادي Pacific Ocean.
وتمر بـ: نيوزلاندا و الفلبين واليابان و الآسكا وعلى طول السواحل الغربية للأمريكتين. وصدع سان أندرسن جزء منها.

٢- منطقة البحر الأبيض المتوسط Mediterranean Zone:
. وتقع قرب منطقة البحر الأبيض المتوسط وتمتد عبر آسيا إلى الهند. وتمر بالعديد من البلدان في المنطقة من ضمنها إيطاليا و اليونان وتركيا، ولها زلازل عنيفة وتقع فيها انفجارات بركانية.

٣- منطقة الحيود في وسط الأطلسي Mid-Atlantic Ridge Zone:
تمتد من خلال أيسلندا إلى منتصف المحيط الأطلسي ، وبها البراكين والزلازل النشطة ، تشكل أجزاء جديدة للقشرة على طول الحدود.



Earthquake Belts